

539.618

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
1 juillet 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/055969 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : H03C 5/00

Bruno [FR/FR]; Thales, Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 CX Arcueil (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2003/051002

(74) Mandataires : DUDOUIT, Isabelle etc.; Thales, Intellectual Property, 31-33, avenue Aristide Briand, F-94117 Arcueil (FR).

(22) Date de dépôt international :
15 décembre 2003 (15.12.2003)

(25) Langue de dépôt : français

(81) États désignés (*national*) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
02/16006 17 décembre 2002 (17.12.2002) FR

(71) Déposant (*pour tous les États désignés sauf US*) :
THALES [FR/FR]; 45, rue de Villiers, F-92200 Neuilly sur Seine (FR).

(84) États désignés (*régional*) : brevet ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

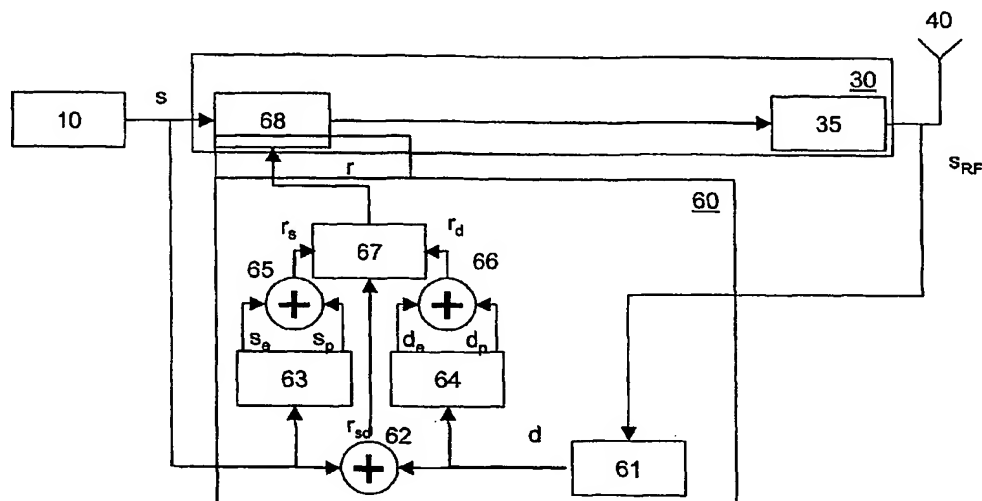
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (*pour US seulement*) : CLOTTEAU,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: CORRECTION METHOD AND CORRECTION LOOP FOR A COMPLEX DIGITAL SIGNAL

(54) Titre : PROCÉDÉ DE CORRECTION ET BOUCLE DE CORRECTION D'UN SIGNAL NUMÉRIQUE COMPLEXE



(57) Abstract: The invention concerns correction of delay between the phase and the envelope of a digital signal. In particular, the invention concerns the application of said correction in digital broadcast transmitters. The invention provides an alternative solution wherein the use of the initial signal is not necessary. There is no need for temporal comparison with the initial signal. The invention aims at providing a method for correcting at least one parameter to be corrected pc of the digital signal envelope comprising the following steps: breaking down the digital signal into an envelope signal and a phase signal; determining the equalizer to be applied to the envelope parameter by finding the minimum intensity levels of signal out-of-band noise.

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/055969 A1



FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(57) Abrégé : L'invention concerne la correction du retard entre la phase et l'enveloppe d'un signal numérique. En particulier, elle concerne l'application de cette correction dans des émetteurs de diffusion numérique. La présente invention permet d'offrir une solution alternative dans laquelle l'utilisation du signal initial n'est pas nécessaire. Aucune comparaison temporelle avec le signal initiale n'est nécessaire. Un objet de l'invention est un procédé de correction d'au moins un paramètre à corriger pc de l'enveloppe d'un signal numérique comportant les étapes suivantes: - la décomposition du signal numérique en un signal d'enveloppe et un signal de phase, - la détermination du correcteur à appliquer au paramètre de l'enveloppe par recherche du minimum de puissances de bruit hors bande du signal.

PROCEDE DE CORRECTION ET BOUCLE DE CORRECTION D'UN SIGNAL NUMERIQUE COMPLEXE

5 L'invention concerne la correction du retard entre la phase et l'enveloppe d'un signal numérique. En particulier, elle concerne l'application de cette correction dans des émetteurs de diffusion numérique.

10 Le brevet US,488,255 propose un système de transmission d'un signal complexe comportant une composant de signal de transmission de données et une composante de signal de diffusion AM. Les émetteurs utilisant la méthode de Kahn, notamment, celui décrit par le brevet
15 US,488,255 pour l'émission d'un signal de diffusion AM, comporte des moyens de traitement séparés de l'enveloppe et de la phase et un multiplicateur du signal d'enveloppe et du signal de phase en sortie.

 En modulation numérique, la voie de phase n'est pas comme en AM une fréquence RF pure mais une fréquence RF modulée en phase.
20 Comme le signal d'enveloppe et le signal de phase sont traités par des moyens différents et indépendants, le retard entre ces deux signaux d'enveloppe et de phase doit être ajusté précisément afin d'obtenir un signal RF de sortie de haute qualité.

25 Une boucle permet un rattrapage automatique et le réglage dynamique du retard entre le signal d'enveloppe et le signal de phase.

 La technique généralement utilisée dans les boucles est de comparer dans le domaine temporel le signal initial en bande de base
30 avec le signal RF émis démodulé. Pour cela, le retard entre les deux signaux initial et émis démodulé est évalué précisément. Puis, les parties enveloppe et phase, en mode numérique, des deux signaux initial et émis démodulé sont comparer pour déterminer le retard entre enveloppe et phase.

35 La présente invention permet d'offrir une solution alternative dans laquelle l'utilisation du signal initial n'est pas nécessaire. Aucune comparaison temporelle avec le signal initial n'est nécessaire.

2

Un objet de l'invention est un procédé de correction d'au moins un paramètre à corriger pc de l'enveloppe d'un signal numérique comportant les étapes suivantes:

- 5 – La décomposition du signal numérique en un signal d'enveloppe et un signal de phase,
- La détermination du correcteur à appliquer au paramètre de l'enveloppe par recherche du minimum de puissances de bruit hors bande du signal.

10 Un autre objet de l'invention est une boucle de correction d'au moins un paramètre à corriger pc de l'enveloppe d'un signal numérique comportant:

- Une entrée sur laquelle elle reçoit le signal numérique,
- Un système de calcul relié directement ou indirectement à cette entrée,
- 15 et comportant:
 - Des moyens de décomposition du signal en deux signaux enveloppe et phase, et
 - Des moyens de détermination du correcteur à appliquer à chaque paramètre à corriger pc de l'enveloppe par recherche du minimum de
 - 20 puissances de bruit hors bande du signal,
- Un dispositif de correction destiné à être implémenté dans une chaîne de traitement du signal numérique, et relié au système de calcul qui lui fournit au moins un correcteur.

25 Suivant la variante de l'invention, les paramètres à corriger sont un retard et/ou un offset du signal d'enveloppe par rapport au signal de phase du signal numérique, et/ou une non-linéarité du signal d'enveloppe, et les correcteurs sont, respectivement, un retard inverse et/ou un offset inverse et/ou une pré-correction.

30 L'invention propose aussi un émetteur comportant un modulateur et la boucle de correction comportant l'entrée recevant un signal numérique modulé, un démodulateur entre l'entrée et le système de calcul, et le dispositif de correction destiné à être implémenté dans un modulateur

35 auquel le démodulateur est associé.

3

Dans une première variante de l'émetteur selon l'invention, l'émetteur est un émetteur linéaire.

5 Dans une deuxième variante de l'émetteur selon l'invention, l'émetteur comporte des moyens de décomposition du signal numérique démodulé en un signal d'enveloppe et un signal de phase, en particulier en mettant en œuvre la méthode de Kahn. des moyens de traitement séparés de la phase et de l'enveloppe du signal numérique modulé.

10 Les caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description, faite à titre d'exemple, et des figures s'y rapportant qui représentent :

- Figure 1, émetteur avec boucle de correction du retard entre l'enveloppe et la phase selon l'état de l'art,
- 15 – Figure 2a et Figure 2b, représentations schématiques du critère de détermination du correcteur selon l'invention, la figure 2a illustrant la détermination du minimum de la puissance du bruit hors bande et la figure 2b, la notion de critère d'optimisation des épaules du spectre,
- 20 – Figure 3, un exemple de schéma bloc du procédé de correction selon l'invention,
- Figure 4, un exemple de boucle de correction selon l'invention,
- Figure 5, un exemple d'émetteur utilisant la méthode de Kahn et comportant la boucle de correction selon l'invention,
- 25 – Figure 6, un exemple d'émetteur linéaire comportant la boucle de correction selon l'invention.

30 La figure 1 montre un émetteur mettant en œuvre la technique généralement utilisé dans les boucles 60. Le dispositif de traitement du signal fournit le signal en bande de base au dispositif d'émission 30 qui l'émet sous forme d'un signal radio fréquence (RF) S_{RF} via une antenne 40. Le retard entre l'enveloppe e et la phase p est corrigé à l'aide de la
35 boucle de correction 60.

La boucle de correction 60 comporte un démodulateur 61 associé au modulateur 30. Le démodulateur 61 reçoit le signal tel qu'il sera émis, c'est-à-dire le signal RF S_{RF} , et fournit le signal démodulé d. Le signal RF émis démodulé d est comparé au signal en bande de base s dans le domaine temporel par le dispositif de comparaison 62 afin d'évaluer précisément le retard r_{sd} entre les deux signaux RF émis démodulé d et en bande de base s.

Ensuite, les deux dispositifs de décomposition 63 et 64 séparent, respectivement, les deux signaux RF émis démodulé d et en bande de base s en leurs parties enveloppes et phases (en mode numérique) (d_e , d_p) et (s_e , s_p). Le dispositif de comparaison 65, respectivement le dispositif de comparaison 66, détermine le retard r_s entre les parties enveloppe et phase (s_e , s_p) du signal en bande de base s, respectivement le retard r_d entre les parties enveloppe et phase (d_e , d_p) du signal RF émis démodulé d.

Le dispositif de traitement 67 reçoit l'ensemble de ses retards r_{sd} , r_s et r_d afin de déterminer le plus précisément possible le retard r permettant au dispositif 68 d'effectuer la correction du retard entre l'enveloppe e et la phase p au sein du modulateur 30. Le modulateur 35 transpose alors le signal en bande de base s en signal RF S_{RF} .

Cette boucle de correction 60 permet un rattrapage automatique et le réglage dynamique du retard entre la voie d'enveloppe e et la voie de phase p.

L'invention propose de déterminer le retard entre l'enveloppe e et la phase p à l'aide d'un autre critère tel que la boucle de correction 60 n'ai pas besoin du signal en bande de base s pour effectuer cette détermination. Ce critère peut en outre s'appliquer à la correction d'autres paramètres p_c de l'enveloppe e du signal, notamment à l'offset entre l'enveloppe e et la phase p ou à une non-linéarité de l'enveloppe e définie par ses paramètres $[a_0, a_1 \dots a_n]$. L'invention propose donc de manière générale de déterminer le correcteur c, quel que soit le type de paramètre à corriger p_c .

La détermination du correcteur est illustré par la figure 2a. La détermination du correcteur se fait par recherche du minimum de la puissance du bruit hors bande N_h du signal, émis ramené en bande de base le cas échéant, $d = I + jQ = e_{\sigma} e^{jp_{\sigma}}$ où $e_{\sigma} = \sqrt{I^2 + Q^2}$ et

$$p_{\sigma} = (I + jQ)/e_{\sigma}.$$

Suivant que l'on recherche uniquement à déterminer le correcteur du retard ou de l'offset, ou le correcteur de plusieurs paramètres à corriger tels que le retard et/ou l'offset et/ou les paramètres $[a_0, a_1 \dots a_n]$ de la non-linéarité, l'on recherche le minimum d'une fonction à une ou plusieurs variables, par exemple $N_h = f_1(\text{retard})$, $N_h = f_2(\text{offset})$, $N_h = f_3(\text{retard}, \text{offset})$, $N_h = f_4(a_0, a_1 \dots a_n)$, etc. La détermination de ce minimum d'une fonction se fait en utilisant les outils mathématiques existants.

Dans une variante simple du procédé de détermination d'un seul correcteur par recherche du minimum de la puissance du bruit hors bande N_h , sont appliqués successivement différents correcteurs c prédéterminés sur l'enveloppe e_{σ} . Les deux signaux d'enveloppe corrigée e'_{σ} et de phase p_{σ} sont multipliés. Le signal résultant d' est ensuite transposé dans le domaine fréquentiel, par transformation de Fourier (FFT) notamment, pour le calcul de la puissance de bruit N_h . Cette puissance peut aussi être évaluée dans le domaine temporel. La comparaison de la puissance du bruit N_h pour les différents correcteurs prédéterminés appliqués (illustrés par des losanges sur la figure 2a, le rond illustrant le paramètre à corriger p_c au départ) permet de déterminer celui des correcteurs prédéterminés pour lequel la puissance du bruit N_h est la plus faible.

Un autre exemple: l'évaluation du retard peut être effectué par décalage d'échantillon. Cette méthode pouvant avoir un pas de définition du retard trop grossier, il est possible d'affiner la précision à l'aide de filtres retardateurs.

La détermination du (ou des) correcteur(s) par recherche du minimum de la puissance de bruit hors bande N_h , permet une correction qui s'illustre en terme de spectre par un passage du spectre en pointillé

avec des épaules élevées à un spectre en trait plein avec des épaules basses comme le monte la figure 2b. C'est pourquoi le critère de détermination du (ou des) correcteur(s) est appelé, par la suite, critère d'optimisation des épaules (nommées "shoulders" en anglais) du spectre.

5

La figure 3 illustre le procédé de correction d'au moins un paramètre à corriger p_c de l'enveloppe e d'un signal numérique s caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes:

- [S2] La décomposition d'un signal numérique s_{er} en deux signaux
10 enveloppe e_{er} et phase p_{er} ,
- [S3] La détermination du correcteur c à appliquer à chaque paramètre à corriger p_c de l'enveloppe e_{er} par recherche du minimum de puissances de bruit hors bande N_h .
- [S4] La correction du signal s_{er} par le correcteur c .

15

Lorsque le signal s_{er} est un signal modulé, le procédé comporte en outre l'étape [S1] de démodulation avant l'étape [S2] de décomposition du signal démodulé d obtenu lors de l'étape [S1] à partir du signal s_{er} .

- 20 L'étape [S3] de détermination de correcteur(s) c peut comporter les outils mathématiques existants de recherche du minimum d'une fonction à une ou plusieurs variables. Cette fonction dont le minimum est recherchée est celle de la puissance du bruit hors bande N_h , par exemple $N_h = f_1(\text{retard})$, $N_h = f_2(\text{offset})$, $N_h = f_3(\text{retard}, \text{offset})$, $N_h = f_4(a_0, a_1 \dots a_n)$
25 où les paramètres $[a_0, a_1 \dots a_n]$ sont ceux d'une non-linéarité de l'enveloppe e_{er} , etc.

L'étape [S3] de détermination de correcteur(s) c peut ainsi comporter les sous-étapes suivantes (non illustrées sur la figure 3):

- [S31] une application successive de différentes valeurs prédéterminées
30 $\{C_1 \text{ à } C_M\}$ du correcteur c à l'enveloppe e_{er} ,
- [S32] une multiplication de l'enveloppe corrigée e'_{er} et de la phase p_{er} pour chaque valeur $\{C_1 \text{ à } C_M\}$ du correcteur c ,
- [S33] une transposition dans le domaine fréquentiel des signaux ainsi obtenu pour chacune des valeurs prédéterminées $\{C_1 \text{ à } C_M\}$ du correcteur
35 c (correspondant aux losanges de la figure 2a),
- [S33] la comparaison des puissances de bruit hors bande N_h pour chacune des valeurs prédéterminées $\{C_1 \text{ à } C_M\}$ du correcteur c , la valeur

retenue pour c étant celle correspondant à la puissance de bruit hors bande la plus faible.

La figure 4 montre un exemple de boucle de correction 60 selon l'invention. Le signal s_{er} dont au moins l'un des paramètres est à corriger est sur une entrée de la boucle 60.

Le procédé de correction selon l'invention est tel que le signal initial en bande de base n'est pas nécessaire. C'est pourquoi, la boucle de correction 60 peut comporter cette seule entrée recevant le signal numérique s_{er} ayant au moins un paramètres à corriger p_c .

La boucle de correction comporte un système de calcul relié directement ou indirectement à cette entrée.

Sur l'exemple de la figure 4, le signal s_{er} est un signal modulé. Dans ce cas, la boucle de correction 60 comporte un démodulateur 61 recevant ce signal s_{er} et fournissant le signal démodulé d correspondant. Le signal ainsi démodulé d est présenté au système de calcul.

Lorsque le signal s_{er} est un signal en bande de base, celui-ci est directement présenté au système de calcul. La boucle de correction 60 ne comporte alors pas de démodulateur 61.

Le système de calcul comporte des moyens de décomposition 64 du signal qui lui est présenté s_{er} ou d (suivant, respectivement, que s_{er} est en bande de base ou modulé) en deux signaux enveloppe e_{er} et phase p_{er} .

Le système de calcul comporte en outre des moyens de détermination du correcteur c 67' à appliquer à chaque paramètre à corriger p_c . Les moyens de détermination du correcteur c 67' reçoivent l'enveloppe e_{er} et la phase p_{er} des moyens de décomposition 64. Le critère appliqué par ces moyens de détermination 67' est celui d'optimisation des épaules du spectre. Pour cela, les moyens de détermination 67' mettent en œuvre les outils mathématiques existant de recherche de minimum d'une fonction, en l'occurrence de la puissance de bruit hors bande N_h .

Les paramètres à corriger p_c sont un retard et/ou un offset du signal d'enveloppe e_{er} par rapport au signal de phase p_{er} du signal numérique, et/ou une non-linéarité du signal d'enveloppe e_{er} , et les correcteurs c sont, respectivement, un retard inverse et/ou un offset inverse et/ou une pré-correction.

Les moyens de détermination 67' du système de calcul fournisse à un dispositif de correction 68' le (ou les) correcteur(s) c qu'il a déterminé. Le dispositif de correction 68' est destiné à être implémenté dans une chaîne de traitement du signal numérique. Dans l'exemple de la figure 4, le dispositif de correction 68' est destiné à être implémenté dans un modulateur 30 auquel le démodulateur 61 est associé.

Une telle boucle de correction peut être implémentée dans différents type d'émetteur, par exemple des émetteur utilisant la méthode de Kahn, des émetteur linéaires, etc. Elle est notamment intéressante pour tout type d'émetteur AM conventionnel utilisant la méthode de modulation Kahn.

La boucle de correction 60 permet ainsi un rattrapage automatique et le réglage dynamique de paramètre, notamment du retard entre l'enveloppe e_{er} et la phase p_{er} . Ils sont assurés par un démodulateur 61, par exemple un démodulateur RF comme l'illustre les figures 5 et 6, et un dispositif de correction 68', notamment un logiciel de pré-correction dynamique, implémenté dans le modulateur 30, en particulier dans le calculateur 31 de ce modulateur.

La figure 5 illustre un émetteur utilisant la méthode de Kahn comportant une boucle de correction selon l'invention. La boucle de correction 60 assure alors un réglage dynamique avec rattrapage automatique et permet une émission hors bande de qualité quelle que soit la fréquence ou le mode de transmission sélectionné.

Le dispositif de traitement du signal 10 reçoit le signal basse fréquence S_{BF} et fournit le signal en bande de base s correspondant. Le signal s numérique en bande de base est un signal complexe.

La plupart des émetteurs de radiodiffusion les plus efficaces utilisent la méthode de modulation de Kahn qui implique de traiter séparément l'enveloppe e et la phase p (32, 33) et de recombinaer (34) ces deux signaux e et p à la sortie.

5

Le modulateur 30 utilisant la méthode de Kahn est illustré par la figure 5. Le signal s en bande de base est traité par le dispositif de calcul 31 qui sépare ce signal en un signal d'enveloppe e et un signal de phase p . Les dispositifs de traitements 32 et 33 opèrent ensuite sur, respectivement, ce signal d'enveloppe e et ce signal de phase p . Le multiplicateur 34 recombine ensuite ces deux signaux d'enveloppe e et de phase p en un signal S_{RF} . Le signal S_{RF} est émis via l'antenne 40.

Comme l'enveloppe e et la phase p sont traitées par deux chemins différents et indépendants, respectivement, 32 et 33, différents paramètres entre ces deux chemins, notamment le retard, doivent être ajustés précisément afin d'obtenir un signal RF S_{RF} de haute qualité avec un niveau acceptable de la puissance de bruit hors bande N_h .

Considérons les paramètres à ajuster comme étant le retard. Prenant en considération que le temps de traitement n'est pas constant et peut varier, notamment en fonction du mode opératoire et de la fréquence, et prenant en considération la haute sensibilité de cet ajustement sur la qualité finale du signal RF numérique émis, une boucle de correction 60 selon l'invention est implémentée dans cet émetteur. Cette boucle de correction 60 permet le rattrapage automatique et le réglage dynamique du retard.

Après un éventuel pré-réglage manuel pendant la phase de mise en service de l'émetteur, cette option constituée par la boucle de correction 60 selon l'invention est capable d'exécuter le rattrapage automatique et le réglage dynamique du retard pour parer aux variations possible de temps de retard dues aux changements de conditions d'utilisation (mode, fréquence, etc.).

35

Pour exécuter ce rattrapage automatique et de réglage dynamique du retard r , un échantillon RF s_{er} pris à la sortie de l'émetteur

10

est démodulé 61 et traité 64, 67'. Une pré-correction numérique 68' est appliqué directement sur le signal s en bande de base afin d'avoir un résultat optimisé à la sortie de l'émetteur. Le traitement numérique peut être effectué de manière itérative pour obtenir le meilleur résultat possible.

5

La boucle de correction 60 implémenté dans l'émetteur utilisant la méthode de modulation de Kahn dont un exemple est proposé par la figure 5 a son entrée relié à la sortie de l'émetteur pour recevoir l'échantillon RF s_{RF} du signal émis S_{RF} . Son démodulateur 61 s fournit le
10 signal démodulé d aux moyens de décomposition 64 en signaux enveloppe e_{σ} et phase p_{σ} . Ses moyens de détermination 67' du correcteur c du retard r traitent l'enveloppe e_{σ} et phase p_{σ} en recherchant le minimum de la puissance de bruit hors bande N_h , et transmettent le correcteur c au dispositif de correction 68' implémenté dans le dispositif de
15 calcul 31 du modulateur 30 afin qu'il opère la correction.

Ces moyens de détermination 67' et ce dispositif de correction 68' sont aussi capable de déterminer le (ou les) correcteur(s) de l'offset du signal d'enveloppe e_{σ} par rapport au signal de phase p_{σ} et une non-
20 linéarité du signal d'enveloppe p_{σ} . La détermination et la correction de chacun de ces paramètres: retard, offset, non-linéarité peuvent être effectuées séparément ou en combinaison.

La figure 6 illustre un émetteur linéaire (Classe A ou B)
25 comportant une boucle de correction selon l'invention. Le dispositif de traitement du signal 10 reçoit le signal basse fréquence S_{BF} et fournit le signal en bande de base s correspondant. Le signal s numérique en bande de base est un signal complexe.

30 Le modulateur 30 d'un émetteur linéaire est illustré par la figure 5. Le signal s en bande de base est transposé en radio fréquence : signal S_{RF} le dispositif 35. Le signal S_{RF} est émis via l'antenne 40.

35 Considérons les paramètres à ajuster comme étant les paramètres d'une non-linéarité de l'enveloppe e . La boucle de correction 60 permet le rattrapage automatique et le réglage dynamique de cette non-linéarité .

Pour exécuter ce rattrapage automatique et de réglage dynamique de cette non-linéarité, un échantillon RF s_{er} pris à la sortie de l'émetteur est démodulé 61 et traité 64, 67'. Une pré-correction numérique 5 68' est appliqué directement sur le signal s en bande de base afin d'avoir un résultat optimisé à la sortie de l'émetteur. Le traitement numérique peut être effectué de manière itérative pour obtenir le meilleur résultat possible.

La boucle de correction 60 implémenté dans l'émetteur linéaire 10 dont un exemple est proposé par la figure 6 a son entrée relié à la sortie de l'émetteur pour recevoir l'échantillon RF s_{er} du signal émis S_{RF} . Son démodulateur 61 s fournit le signal démodulé d aux moyens de décomposition 64 en signaux enveloppe e_{er} et phase p_{er} . Ses moyens de détermination 67' du correcteur c de la non-linéarité traitent l'enveloppe e_{er} 15 et phase p_{er} en recherchant le minimum de la puissance de bruit hors bande N_h , et transmettent le correcteur c au dispositif de correction 68' implémenté dans le dispositif de calcul 31 du modulateur 30 afin qu'il opère la correction.

20 Ces moyens de détermination 67' et ce dispositif de correction 68' sont aussi capable de déterminer le (ou les) correcteur(s) du retard et/ou de l'offset du signal d'enveloppe e_{er} par rapport au signal de phase p_{er} . La détermination et la correction de chacun de ces paramètres: retard, offset, non-linéarité peuvent être effectuées séparément ou en 25 combinaison.

Les émetteurs, notamment ceux utilisant la modulation de Kahn et les émetteurs linéaires, comportant une telle boucle de correction 60 émetteur peuvent être utilisés pour la radiodiffusion ou télédiffusion de 30 signaux numériques.

La boucle de correction 60 selon l'invention peut être plus généralement utilisée dans toutes applications un signal numérique complexe comportant un ou plusieurs paramètre à corriger. 35 Particulièrement, cette boucle de correction 60 est bien adapté lorsque l'on ne dispose pas du signal initial comme élément de comparaison.

REVENDICATIONS

1. Procédé de correction d'au moins un paramètre à corriger p_c d'un signal numérique complexe (s_{α} , d) caractérisé en ce qu'il comporte les
5 étapes suivantes:
 - La décomposition du signal en deux signaux enveloppe (e_{α}) et phase (p_{α}),
 - La détermination du correcteur c à appliquer au paramètre de l'enveloppe par recherche du minimum de puissances de bruit hors bande
10 (N_h) du signal.
2. Boucle de correction d'au moins un paramètre à corriger p_c d'un signal numérique complexe (s_{α} , d) comportant:
 - Une entrée sur laquelle elle reçoit le signal numérique (s_{α} , d),
 - Un système de calcul relié directement ou indirectement à cette entrée,
 - 15 – Un dispositif de correction (68') destiné à être implémenté dans une chaîne de traitement du signal numérique, et relié au système de calcul qui lui fournit au moins un correcteur (c),caractérisé en ce que le système de calcul est configuré de telle sorte qu'il comporte:
 - 20 – Des moyens de décomposition (64) du signal en deux signaux enveloppe (e_{α}) et phase (p_{α}), et
 - Des moyens de détermination (67') du correcteur c à appliquer à chaque paramètre à corriger (p_c) de l'enveloppe par recherche du minimum de puissances de bruit hors bande (N_h) du signal.
- 25 3. Boucle de correction selon la revendication précédente caractérisée en ce que l'entrée est la seule entrée.
4. Boucle de correction selon l'une des revendication 2 ou 3 caractérisé en ce que les paramètres à corriger (p_c) comportent un retard et les correcteurs (c) comportent un retard inverse.
- 30 5. Boucle de correction selon l'une des revendication 2 à 4 caractérisé en ce que les paramètres à corriger (p_c) comportent un offset du signal d'enveloppe par rapport au signal de phase du signal numérique et les correcteurs (c) comportent un offset inverse.
6. Boucle de correction selon l'une des revendication 2 à 5
35 caractérisé en ce que les paramètres à corriger (p_c) comportent une non-linéarité du signal d'enveloppe, et les correcteurs (c) comportent une pré-correction.

7. Boucle de correction selon l'une quelconque des revendications 2 à 6 caractérisé en ce que le signal numérique est un signal numérique modulé (S_{RF}) et en ce que la boucle comporte:
- Un démodulateur (61) entre l'entrée et le système de calcul,
 - 5 - Un dispositif de correction (68') destiné à être implémenté dans un modulateur (30) auquel le démodulateur (61) est associé.
8. Emetteur comportant un modulateur (30) et la boucle de correction (60) selon la revendication précédente.
9. Emetteur selon la revendication précédente caractérisé en ce qu'il
- 10 s'agit d'un émetteur linéaire.
10. Emetteur selon la revendication 8 caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de traitement (32,33) séparés de la phase et de l'enveloppe du signal numérique modulé.
11. Emetteur selon la revendication précédente caractérisé que le
- 15 modulateur (30) met en œuvre la méthode de Kahn.
12. Utilisation de l'émetteur selon l'une quelconque des revendications 8 à 11 pour la radiodiffusion ou télédiffusion de signaux numériques.

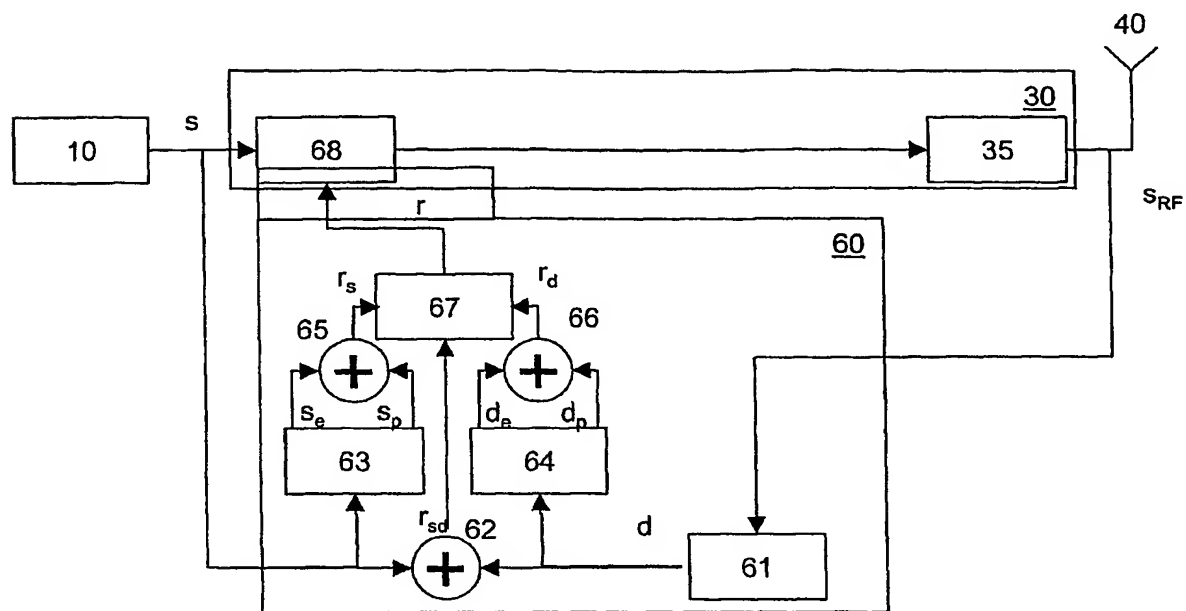


Figure 1

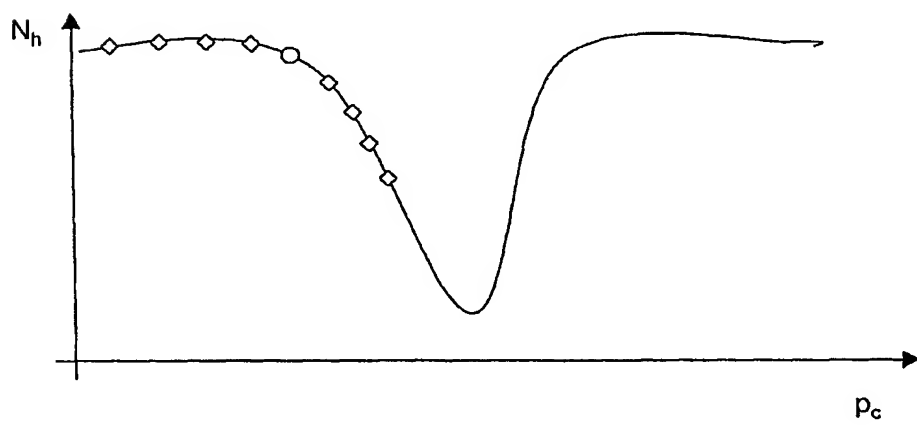


Figure 2a

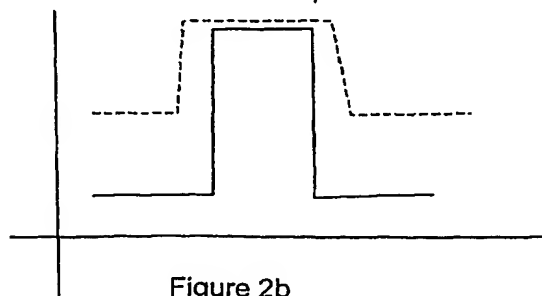


Figure 2b

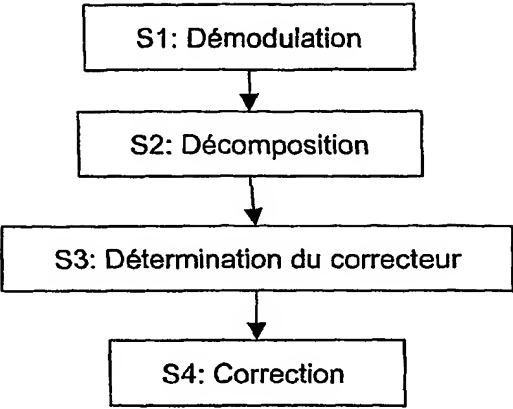


Figure 3

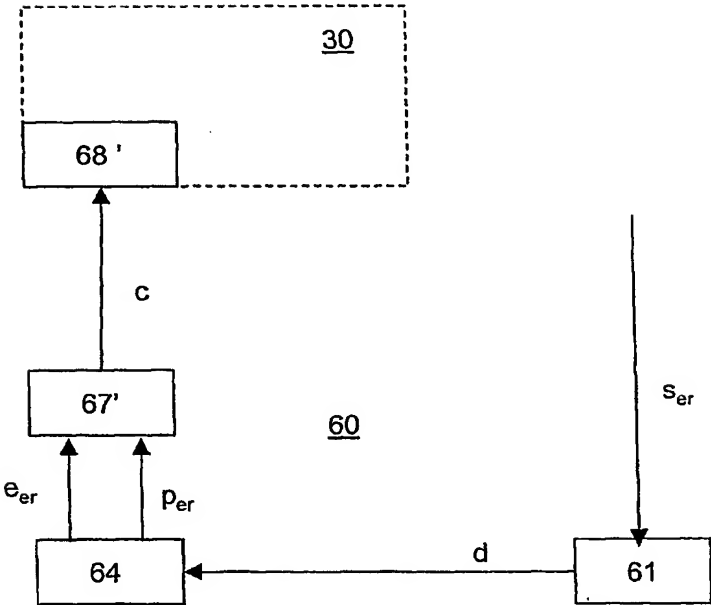


Figure 4

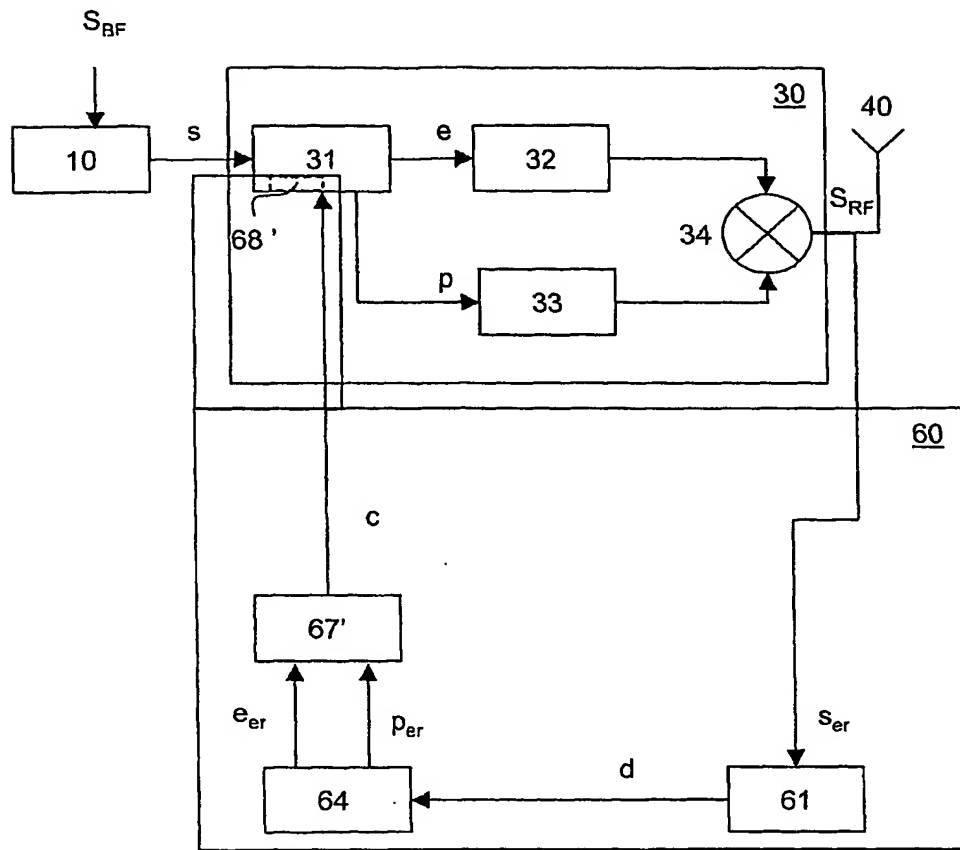


Figure 5

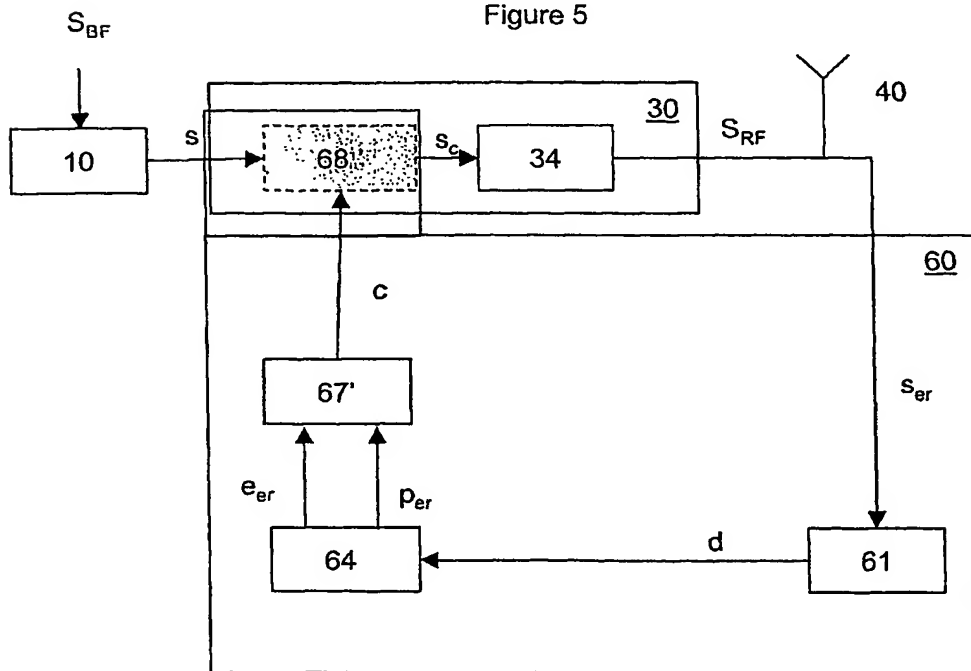


Figure 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/51002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H03C5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 838 210 A (P. MIDYA) 17 November 1998 (1998-11-17) column 4, line 8 - line 23; figure 2 column 6, line 57 - column 7, line 34; figure 6	1
A	US 4 194 154 A (L KAHN) 18 March 1980 (1980-03-18) column 5, line 60 - column 6, line 50; figure 1	1
A	US 5 249 201 A (R. POSNER) 28 September 1993 (1993-09-28) column 6, line 47 - column 8, line 34; figure 2	1
----- -/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 March 2004

Date of mailing of the international search report

02/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Butler, N

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/51002

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 6 449 465 B1 (P. GAILUS) 10 September 2002 (2002-09-10) column 1, line 43 - line 66 column 5, line 7 - column 7, line 25; figure 4</p> <p>-----</p>	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/51002

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5838210	A	17-11-1998	NONE	
US 4194154	A	18-03-1980	NONE	
US 5249201	A	28-09-1993	CA 2101071 A1 EP 0569554 A1 WO 9214325 A1	02-08-1992 18-11-1993 20-08-1992
US 6449465	B1	10-09-2002	BR 0008250 A CA 2371792 A1 EP 1155499 A1 WO 0147127 A1	09-04-2002 28-06-2001 21-11-2001 28-06-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/EP 03/51002

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H03C5/00

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H03C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 5 838 210 A (P. MIDYA) 17 novembre 1998 (1998-11-17) colonne 4, ligne 8 - ligne 23; figure 2 colonne 6, ligne 57 - colonne 7, ligne 34; figure 6	1
A	US 4 194 154 A (L KAHN) 18 mars 1980 (1980-03-18) colonne 5, ligne 60 - colonne 6, ligne 50; figure 1	1
A	US 5 249 201 A (R. POSNER) 28 septembre 1993 (1993-09-28) colonne 6, ligne 47 - colonne 8, ligne 34; figure 2	1
	----- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

02/04/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Butler, N

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/EP 03/51002

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 6 449 465 B1 (P. GAILUS) 10 septembre 2002 (2002-09-10) colonne 1, ligne 43 - ligne 66 colonne 5, ligne 7 - colonne 7, ligne 25; figure 4</p> <p>-----</p>	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/EP 03/51002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5838210	A	17-11-1998	AUCUN	
US 4194154	A	18-03-1980	AUCUN	
US 5249201	A	28-09-1993	CA 2101071 A1	02-08-1992
			EP 0569554 A1	18-11-1993
			WO 9214325 A1	20-08-1992
US 6449465	B1	10-09-2002	BR 0008250 A	09-04-2002
			CA 2371792 A1	28-06-2001
			EP 1155499 A1	21-11-2001
			WO 0147127 A1	28-06-2001